

Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2003 01051
Date of filing: 10 July 2003
Applicant: LM Glasfiber A/S
(Name and address) Rolles Møllevej 1
DK-6640 Lunderskov
Denmark

Title: Transport og opbevaring af forkrumme vindmøllevinger.

IPC: F 03 D 1/06; B 65 D 85/00; F 03 D 1/00

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.



Patent- og Varemærkestyrelsen
Økonomi- og Erhvervsministeriet

28 May 2004

Pia Petersen

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Chas. Hude

Patenter • Varemærker • Design

77828

HD/GB

P. ans. nr.

Patent- og
Varemærkestyrelsen

10 JULI 2003

Modtaget

PATENTER

Tage Nørgaard ° °
Ulrik Nørgaard ° °
Ole Thierry-Carstensen ° °
Peter Kim Jensen ° °
Ulla C. Klinge ° °
Jørgen Silger ° °
Henrik Zeuthen-Aagaard ° °
Erik Lichtenberg ° °
Bent Christensen ° °
Henrik Dylmer °
Peter Englev ° °
Ebbe Johansen
Michael Henriksen
Ulrik von Freiesleben
Rasmus Post
Morten Rosted
Jens-Holger Stellingner °
Susanne Nord sekretariat
Kirsten M. Jensen årsafgifter

UNDERSØGELSER

Louise Dalsgaard

VAREMÆRKER OG DESIGN

Kaj L. Henriksen ° °
Henrik Jespersen ° °
Claus Hyllinge °
Birgitte Wægepetersen ° °
Christian Krøgelund ° °
Peter Larsen ° °
Kristiane B. Vandborg
Charlotte Munck °
Sanna D. Hartvigsen fornyelser
Sonja Nielsen overdragelser

ØKONOMI/EDB

Steffen Hussing

° Medlem af De Danske
Patentagenters Forening
° European Patent Attorney
° European Trade Mark
Attorney

LM Glasfiber A/S

Rolles Møllevej 1

6640 Lunderskov

Transport og opbevaring af forkrumme vindmøllevinger.

Chas. Hude A/S

H.C. Andersens Boulevard 33
DK-1780 København V

Telefon

(+45) 33 15 45 14

Telefax

(+45) 33 15 45 35 (Pat.)
(+45) 33 15 51 08 (Vm.)

E-mail:

chashude@chashude.dk

Internet:

www.chashude.dk

Girobank: 500-0599

Nordea Bank A/S: 2191-5010120700

Bank: S.W.I.F.T. adresse NDEADKKK

CVR.nr.: DK 12-93-81-79

Opfindelsens anvendelsesområde

Modtaget

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til transport og opbevaring af en vindmøllevinge, som omfatter en vingerod og en vingetip, og som i ubelastet tilstand krummer, så at vingen har en i det væsentlige konkav side og en i det væsentlige konveks side, og så at vingetippen ligger i afstand fra vingerodens langsgående midterakse. Opfindelsen angår også en sådan vindmøllevinge samt et apparat til transport og opbevaring af en sådan vindmøllevinge.

10 Teknikkens standpunkt

Det er almindelig kendt, at fiberforstærkede polymervinger til moderne vindenergianlæg til el-produktion transporteres på lastvogn, med tog og med skib. For at kunne medbringe så mange vinger på hver transport som muligt, pakkes disse ofte endevendt i forhold til hinanden. Eksempelvis pakkes tre vinger ofte således, at der i en ende findes to rodender med én vingetip imellem, og i den anden ende er der således kun én rodende og to vingetipender.

Et andet eksempel på en kendt pakkemetode kendes fra WO 02/083523, hvor vingerne monteres i rammer, som fastgøres henholdsvis ved vingerod og ved vingetip og derefter samles med en endevendt vinge med tilsvarende rammer monteret. På denne måde kan vingerne placeres i moduler tæt sammen i både vandret plan og i lodret plan.

Inden for de sidste år er der flere vingeproducenter, som er begyndt at lave vinger med en facon, således at de i monteret tilstand krummer væk fra tårnet. Vingen har således i ubelastet tilstand en krumning, så at vingen har en i det væsentlige konkav side og en i det væsentlige konveks side. Med udtrykket konkav side menes den side af vingen, fra hvilken vingens langsgående geometriske centerlinie buer indad. Med udtrykket konveks side menes den side af vingen, fra hvilken vingens langsgående centerlinie buer udad. Når vingen er monteret, så at vingetippen krummer væk fra mølletårnet, vil den konvekse side således vende mod tårnet og den konkave side vende væk fra tårnet. På

denne måde opnås der en større vingetip-til-tårn afstand, som er ønskelig for at reducere risikoen for, at de ofte meget lange vinger, der bøjer på grund af vindtrykket, kan ramme mølletårnet under kraftig vind. WO 99/14490 angiver en sådan løsning.

- 5 Der er fra industrien eksempler på, at vinger med længder på 54 meter og opefter kun produceres med en forkrumning på ca. to meter primært af hensyn til den efterfølgende og nødvendige transport fra produktionsstedet til anvendelsesstedet/montagestedet.

- Der er dog med de nuværende og med den tiltagende vingelængde et stigende behov
10 for at kunne lave vinger med en betydelig større forkrumning for derved at kunne minimere eller rettere opretholde et acceptabelt lille udhæng på nacellen.

- Det er således også ønskeligt at kunne transportere vinger, som har en væsentlig større forkrumning end ca. to meter, hvilket dårligt lader sig gøre med de kendte metoder til
15 transport af sådanne vinger til vindenergianlæg.

Opfindelsens formål

- Formålet med opfindelsen er ifølge et første aspekt at anvise en fremgangsmåde til at
20 lette opbevaring og transport af en forkrum vinge til et vindenergianlæg, uden at opbevaringen eller transporten hindres væsentligt af vingens udformning.

- Formålet er ifølge opfindelsen opnået med en fremgangsmåde, hvor vingen ved hjælp af forspændingsmidler forspændes i afstand fra vingeroden, så at vingetippen bringes
25 nærmere vingerodens langsgående midterakse. Med vingerodens langsgående midterakse forstås en ret linie gennem vingerodens centrum og vinkelret på rodflangens plan. Herved kan vingen bringes til en form, hvor den krummer mindre, hvorved den bliver lettere at opbevare og transportere. Moderne vindmøllevinger transporteres normalt med lastvogn eller skib over større afstande. Hvis disse vinger krummer meget, kan de
30 fylde en hel vejbredde eller mere, hvis vingens anbringes således, at krumningen forløber i vandret plan. Hvis vingen anbringes således, at krumningen forløber i lodret plan,

vil det ofte være umuligt at transportere den under broer, gennem tunneler og lignende. Ved at "rette vingen ud" med fremgangsmåden ifølge opfindelsen bringes vingen til en form, hvor den kan transporteres med lastvogn ad forholdsvis smalle veje og under broer, gennem tunneler og lignende. Hidtil er forkrumme vinger forsynet med en mindre krumning end ønskeligt for at undgå førnævnte ulemper. Jo længere vinge, jo mindre forholdsvis krumning, hvilket er uønsket, idet længere vinger netop har større ud-
 5 bøjning under kraftige vindforhold.

Ifølge en foretrukken udførelsesform forspændes vingen så meget, at vingetippens af-
 10 stand til vingerodens langsgående midterakse maksimalt er to gange vingerodens radius, mere hensigtsmæssigt maksimalt vingerodens radius. Herved vil vingen opnå en form, hvor den i det væsentlige optager den samme plads som en ikke forkrum vinge af samme størrelse.

15 I visse tilfælde vil det dog også være tilstrækkeligt, hvis vingen forspændes så meget, at vingetippens afstand til vingerodens langsgående midterakse maksimalt er fem, fire eller tre gange vingerodens radius.

Med udtrykket radius forstås, at vingeroden har et i det væsentlige rundt tværsnit. Hvis
 20 vingeroden har et andet tværsnit, f.eks. elliptisk, skal radius forstås som halvdelen af vingerodens tværsnitsdimension i krumningsretningen.

Ifølge en udførelsesform omfatter forspændingsmidlerne en parallelt med vingen forlø-
 bende modpart og spændeorganer, ved hjælp af hvilke den i det væsentlige konvekse
 25 side af vingen spændes ind mod modparten. Vingeroden indspændes fortrinsvis fast til modparten, idet vingetippen ved hjælp af spændeorganerne trækkes ind mod modpar-
 ten.

Ifølge en udførelsesform kan modparten være elastisk og krum og placeres parallelt
 30 med vingen, så at den krummer i en retning modsat vingen, idet modparten og vingen spændes ind mod hinanden ved hjælp af spændeorganerne. Modparten kan eksempelvis

være fremstillet i fiberforstærket polymer for at opnå en elasticitet, der modsvarer vingens elasticitet.

Denne modpart er ligesom vingen udført med en forkrumning, således at modparten ved sammenspænding med vingen også forspændes. Sammenspænding af modpart og vinge kan eksempelvis ske ved hjælp af et eller flere elektriske, hydrauliske, pneumatiske eller manuelle spil, som via stropper eller lignende er monteret på enten modparten eller på vingen ved dennes yderste del, fortrinsvis ved tipendeområdet. På denne måde kan vingetippen og modpart trækkes sammen, således at vingen rettes helt eller delvist ud, og sikres i denne position for opbevaring og transport.

Ved anvendelse af denne metode kan selv vinger til vindenergianlæg med en markant forkrumning transporteres ved hjælp af almindeligt kendte transportmidler. Alternativt kan den nødvendige forspænding foretages under transport, hvor smalle eller lave forhindringer skal passeres.

De omtalte udførelsesformer kan med fordel omfatte et mobilt spilarrangement, som er flytbart til andre vinger/modparter, som så forspændes og sikres i denne position. Dette mobile spilarrangement kan ved udpakning af vingerne monteres igen for at undgå en momentan udløsning af vingen fra modparten. Med en anden løsning, som er mere manuelt orienteret, og som er velegnet til løsning af vinge og modpart fra den forspændte position, kan selvfølgelig anvendes.

Ifølge en alternativ udførelsesform er modparten i det væsentlige retlinet og i det væsentlige stiv, idet vingen spændes ind mod modparten ved hjælp af spændeorganerne. Denne "stive" modpart kan være udformet som en U-formet gitterkonstruktion, som fastgøres til vingen ved dennes inderste del, fortrinsvis ved vingeroden. Den stive modpart kan som nævnt ved den tidligere omtalte udførelsesform ligeledes være udstyret med et eller flere spil, som via stropper og dertil fremstillede trækåg eller lignende, der fikses på vingen og på modparten, overfører de nødvendige kræfter til vingen. Når vingen er bragt i den ønskede position, fastgøres denne til modparten.

Den stive gitterkonstruktion omfatter i en foretrukken udførelsesform en bundvæg, som i det væsentlige er plan, og to flangevægge, hvor disse vægge i det væsentlige er rette og følger vingens ydre kontur. Modparten kan med fordel være indrettet således, at flangevæggene er hængslet eller på anden vis fæstnet på en adskillelig måde til bund-
 5 væggen, således at disse kan nedfældes under transport af den tomme modpart.

Både en elastisk og en stiv modpart kan være således formgivet eller have anlægsorganer, der er således formgivet, at vingen kan ligge an mod modparten på en skånsom måde, uden at vingens overflade ødelægges.

10

Ifølge en udførelsesform kan den elastiske modpart udgøres af en anden krum vinge, der er endevendt i forhold til første vinge, idet de to vingers rodender er fastholdt i hver sin første ramme, og de to vingers tipper er fastholdt i hver sin anden ramme, og hvor den første vinges første ramme og den anden vinges anden ramme fastgøres til hinanden, og den første vinges anden ramme og den anden vinges første ramme efterfølgende
 15 spændes ind mod hinanden og fastgøres til hinanden. Herved kan vingerne opbevares og transporteres to og to på en meget enkel og kompakt måde.

Eventuelt kan den første vinges første ramme og den anden vinges anden ramme spændes ind mod hinanden og fastgøres til hinanden, idet den første vinges anden ramme og den anden vinges første ramme efterfølgende eller samtidigt spændes ind mod hinanden og fastgøres til hinanden.

20

Ifølge en udførelsesform omfatter forspændingsmidlerne et tov, som fastspændes til vingen et sted nær vingetippen, og som placeres, så at det forløber langs den konvekse side af vingen, idet tovet spændes, så at vingetippen bringes nærmere vingerodens langsgående midterakse. Tovet kan via et rodendebeslag være fæstnet til vingen ved dennes vingerod og på vingens konvekse side være ført til et område nær ved vingens tipende. Ved vingetippen fæstnes træktovet til et vingetipbeslag, som er fæstnet til vingen, og som fortrinsvist er udformet som en slags bøsning, der eventuelt skydes ind
 25 30 over vingen fra tippen. Denne bøsning kan på vingens konvekse side være forsynet

med en passende udragende arm, hvori træktovet fæstnes. Ved at trække i dette træktovet påføres der således et moment til den elastiske vinge, og denne rettes herved ud, indtil den ønskede "rethed" er nået.

- 5 For at træktovet ikke skal beskadige vingens overflade, er der ifølge en særlig foretrukken udførelsesform mindst et tovestyrebekslag, eventuelt i form af en bøsning, der monteres mellem de to tidligere omtalte beslagdele. Denne bøsning kan, når tovet spændes, udøve en trykkraft på vingens konvekse overflade i afstand fra tippen. Denne virkning sikres yderligere ved, at de to eller flere bøsninger forbindes indbyrdes med trykstænger af passende slags.
- 10

De omtalte bøsninger kan på den indvendige side være forsynet med midler, eksempelvis luftpuder eller lignende, der bevirker, at vingens overflade ikke beskadiges ved forspændingen.

- 15 Ifølge en udførelsesform anbringes vingen med den konkave side nedad, så at vingeroden i det mindste understøttes, idet forspændingsmidlerne udgøres af ballastmidler, der er placeret på eller i vingen i afstand fra vingeroden. Herved kan tyngdekraften udnyttes til at rette vingen mere eller mindre ud.

- 20 Vingen kan naturligvis være understøttet ved både vingeroden og vingetippen.

- 25 Ifølge en udførelsesform transporteres vingen i forspændt tilstand ved hjælp af en lastvognstrækker og en trailer eller semitrailer, der eventuelt er udformet ud i ét med en modpart, som vingen er spændt ind imod. For at opnå den ønskede forspænding af vingen kan denne afhængig af, hvordan vingen vender, trækkes ned mod underlaget enten ved tipenden eller ved et område mellem tipenden og rodenden.

- 30 Ved denne metode er det ligeledes hensigtsmæssigt at anvende et spilarrangement og et trækåg passende til vingens geometri til at forspænde vingen med.

Hvis vingen er anbragt således, at den i ubelastet tilstand vender den konkave side opad, skal der trækkes ved tipenden. Denne løsning er dog ikke anvendelig, hvis der til den nødvendige forspænding er tale om kræfter i en størrelsesorden, som vil løfte køretøjet eller traileren helt eller delvist fra jorden.

5

Hvis vingen er anbragt således, at den konvekse side vender opad, skal der trækkes ved et område mellem tipende og rodende. Denne løsning kræver dog, at forbindelseselementet mellem den forreste og den bageste del af køretøjet er konstrueret til at kunne overføre den nødvendige kraft.

10

En variant af denne løsning kan være at monteret en ballast med passende vægt på strategiske steder på eller i vingen. Ballasten, som blandt andet kan udgøres af vand eller andet egnet materiale, kan eventuelt samvirke med den omtalte forspændingsmekanisme eller virke alene med sin egenvægt.

15

Opfindelsen angår også en vindmøllevinge med indvendige ballasttanke ifølge krav 14.

I endnu en udførelsesform ifølge opfindelsen kan en forkrum vinge til et vindenergianlæg transporteres sammen med en sektion til et tårn til et vindenergianlæg. Med denne
20 løsning kan tårnets stivhed anvendes som en modpart, der helt eller delvist omslutter vingen over dennes længde. For at "rette" vingen ud monteres der med passende indbyrdes afstand på denne et antal beslag, som er indrettet og konstrueret til at kunne føre vingen ind i en vandretliggende tårnsektion.

25 Disse beslag kan være med et antal hjul eller lignende, som er placeret rundt om vingen, således at vingen via disse hjul støttes mod tårnsektionens indvendige overflade.

Hvis der eksempelvis anvendes en lastvogn til transport, kan vingen monteres ved sin rodende på lastvognstrækkeren og kan derfra bakkes ind i en ventende tårnsektion, som
30 er monteret på en blokvogn eller lignende. På denne måde tvinges vingen ind i en for-

spændt stilling. Når vingen er på plads i tårnsektionen, kan blokvo­gnen sammenkobles med lastvo­gnen, og vogntoget er klar til afgang.

Opfindelsen angår også et apparat til transport og opbevaring af vindmøllevinge, som omfatter en vingerod og en vingetip, og som i ubelastet tilstand krummer, så at vingen har en i det væsentlige konkav side og en i det væsentlige konveks side, og så at vingetippen ligger i afstand fra vingerodens langsgående midterakse, hvilket apparat omfatter forspændingsmidler til at belaste vingen i afstand fra vingeroden, så at vingetippen bringes nærmere vingerodens langsgående midterakse.

Ifølge opfindelsen kan apparatets forspændingsmidler omfatte en modpart, som er indrettet til at blive placeret parallelt med vingen, og spændeorganer, ved hjælp af hvilke den konkave side af vingen spændes ind mod modparten.

Apparatet kan ifølge opfindelsen omfatte et rodendebeslag, som er således indrettet, at en vingerod kan spændes fast til dette.

Ifølge opfindelsen kan modparten være udformet som en trailer eller en semitrailer, der er indrettet til at blive trukket af en lastvognstrækker.

Figurfortegnelse

I det følgende beskrives forskellige udførelsesformer af opfindelsen under henvisning til tegningen, hvor

figur 1 viser en vinge til et vindenergianlæg under forspænding ved hjælp af en elastisk modpart,

figur 2 det i figur 1 viste, hvor vingen er forspændt,

figur 3 en vinge under forspænding i en stiv gittermodpart,

figur 4 en vinge under forspænding ved hjælp af et aksialt træktov,

figur 5 det i figur 4 viste, men hvor vingen er forspændt,

5 figur 6 et udsnit fra figur 4 og figur 5 med en yderligere detalje,

figur 7 en anden detalje fra figur 4 og figur 5, vist delvist i snit,

figur 8 en vinge under forspænding på en lastvogn,

10

figur 9 en vinge på en lastvogn, og hvor vingen har en indvendig ballast,

figur 10 et udsnit af en vinge med udvendig ballast,

15 figur 11 en vinge under anbringelse og forspænding i en tårnsektion,

figur 12 to vinger, som forspændes op imod hinanden, og

figur 13 detaljer fra det i figur 12 viste.

20

Detaljeret beskrivelse

I figur 1 ses en elastisk forkrum vinge 1, der er monteret til en elastisk modpart 2 med en indre kontur 3 passende til vingens ydre kontur. Den elastiske modpart er fæstnet til vingen 1 ved dennes rodendeområde 10 ved hjælp af et rodendebeslag 11, der griber omkring rodendens 10 cylindriske kontur. Ved den yderste ende af modparten 2 og vingen 1 er der monteret et spilarrangement 5, hvormed vingen 1 og modparten 2 kan trækkes mod hinanden og dermed rettes ud, som det ses i figur 2. Det viste spilarrangement 5 kan være aftageligt og dermed mobilt, således at det kan anvendes til forspænding af flere vinger 1 til den samme transport eller til lageropbevaring. Ved leve-

30

ring kan spilarrangementet 5 medleveres og anvendes til udpakning af de forspændte vinger 1. Vingerodens langsgående midterakse er vist med henvisningstallet 28.

Figur 3 viser en modpart 33, der er konstrueret som en stiv gitterkonstruktion, som i principet anvendes på samme måde som modparten 2, der er vist i figur 1 og 2. Dog er der den forskel, at denne modpart 33 ikke er konstrueret med en elasticitet svarende til vingens. Ved hjælp af denne modpart 33 forspændes vingen ligeledes med et spilarrangement 5, som via et passende trækåg 6 forspænder vingen 1. Gittermodparten 33 er opbygget som et U-profil og består af en bundvæg 7 og to flangevægge 8. Under transport af denne type modpart 33 kan flangevæggene 8 via ikke-viste hængselanordninger nedfældes mod bundvæggen 7, hvorved pladskravet minimeres betragteligt.

En anden løsning ses i fig. 4, hvor et langsgående træktov 9 anvendes til forspændingen. Ved vingens rodende 10 fæstnes træktovet 9 til et rodendebeslag 11 og føres langs vingens konvekse side 12 mod vingens tipende 4. Mellem rodenden 10 og tipenden 4 føres træktovet 9 igennem eller henover et tovestyrebeslag i form af en mellembøsning 13, som er monteret omkring vingen 1, og som ved sine anlægsflader 14 mod vingen 1 er forsynet med en indvendig overfladebelægning 15, der ikke beskadiger vingens overflade. Denne mellembøsning 13 har to formål, nemlig at forhindre træktovet 9 i at røre vingen 1 og at medvirke til at overføre trækkkræfter og bøjningskræfter til vingen 1 under forspænding.

Ved vingens tipende 4 er der monteret et vingetipbeslag i form af en tipendebøsning 16, som modsvarer vingens geometri, og som er forsynet med en udragende arm 17, hvori træktovet 9 fæstnes.

I fig. 5 ses vingen 1 i forspændt stilling i henhold til beskrivelsen herover.

Fig. 6 vises detaljer, hvor mellembøsningen 13 og tipendebøsningen 16 er indbyrdes forbundet ved hjælp af en stiv afstands bjælke 18, hvis formål er at sikre kontrolleret overførelse af kræfter fra træktovet 9 til vingestrukturen. Mellembøsningen 13 kan være forsynet med en rulle eller en glideflade for at reducere friktionen mellem tovet og

mellembøsningen under forspændingsprocessen. Afstandsbjælken er forbundet med mellembøsningen 13 og vingetipbøsningen 16 ved hjælp af hængsler 29.

I fig. 7 ses detaljer fra en tipendebøsning 16, som indvendigt er forsynet med oppustelige luftpuder 15, hvorved det sikres, at vingens overflade ikke beskadiges ved forspænding af vingen 1.

En anden metode til transport ifølge opfindelsen er skitseret i fig. 8, hvor en lastvogn 19 ses lastet med en vinge 1, som er under forspænding mod lastvognens bagende 20. Denne forspænding sker under anvendelse af et passende spilarrangement 5, som trækker vingen 1 ned mod passende anlægsflader 14. Der er i fig. 8 kun vist, at der trækkes i vingen 1 ved tipenden 4, men opfindelsen skal ikke begrænses til alene at omfatte anvendelsen af ét spilarrangement 5. Flere spilarrangementer 5 kan være anvendt i vingen 1 længderetning.

Fig. 9 viser ligeledes en vinge 1, som er monteret på en lastvogn 19, og som er klar til transport. Her ses det, at vingen 1 indvendigt er forsynet med ballast 21, eksempelvis vand, som udøver den nødvendige kraft for at rette vingen 1 tilstrækkeligt ud forud for transportens start. Alternativt kan den nødvendige forspænding foretages under transport, hvor smalle eller lave forhindringer skal passeres. I fig. 10 ses en variant, hvor der under vingen 1 er monteret en udvendig ballast 31, eksempelvis af beton eller stål.

I fig. 11 ses en lastvogn 19, som forberedes til at udføre en kombineret transport, der omfatter en vinge 1 til et vindenergianlæg samt en sektion til et tårn 22 til et vindenergianlæg. Denne løsning anvender tårnet 22 som modpart 2 og dennes stivhed til at forspænde vingen 1. I fig. 11 ses det, at vingen 1 føres ind i tårnet 22, hvorved vingen 1 "rettes ud". For at beskytte vingen 1, monteres der med passende indbyrdes afstand et antal beslag 23 med afstandsholdere 24, der er afpasset til den aktuelle tårndiameter. Disse afstandsholdere 24 kan være forsynet med hjul eller egnede slæbe- eller glidesko, der er placeret omkring vingen 1 således, at denne støttes af tårnsektionens 22 indersider.

Endelig ses i fig. 12 en løsning, hvor to vinger 1 forspændes op imod hinanden. Vingerne 1 monteres i en første ramme 25 ved rodenden 10 og en anden ramme 26 ved tipenden 4. Med passende pilarrangementer 5 mellem en rodende 10 på en vinge 1 og en tipende 4 på en anden vinge 1 forspændes vingerne 1 til en opbevarings- og/eller transportstilling. Dette system er i en fortrukken udførelse indrettet til at kunne sikres i den forspændte stilling ved hjælp af sikringsbolte 27. Rammene 25, 26 kan være indrettet med ikke-viste midler, som muliggør en stabling af vinger 1, der er pakket parvist.

Fig. 13 viser detaljer under forspænding ifølge denne løsning, hvor sikringsboltene 27 ses umonteret. Med denne løsning er det kun nødvendigt at forspænde i den ene ende, men forskellige forhold kan gøre det nødvendigt at forspænde i begge ender.

Der skal naturligvis visse kræfter til at forspænde en moderne vindmøllevinge af glasfiberarmeret polymer. Forsøg med en 44,5 meter lang vinge har vist, at der for at udbøje vingetippen henholdsvis 1, 2, 3 og 4 meter kræves belastninger på henholdsvis 3,8 ton, 7,5 ton, 11,0 ton og 14,8 ton. Vingen blev belastet seks steder i vingens retning fordelt fra 15 meter fra vingeroden til vingetippen, idet kraftpåvirkningen blev reduceret i takt med afstanden fra vingetippen. Jo større forkrumning en vinge forsynes med, jo flere kræfter skal der oftest til at bringe vingetippen ind i en position, hvor vingen kan transporteres med en lastvogn.

Hidtil har man undladt at forsyne vindmøllevinger med store forkrumninger af transporthensyn, men ifølge opfindelsen kan man nu forsyne vinger med meget større krumninger, idet problemerne med transport og opbevaring er løst med opfindelsen.

Med apparatet og fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan vingetippen forspændes til at ligge f.eks. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30 eller endda over 30 meter nærmere vingerodens langsgående midterakse.

Opfindelsen er ikke begrænset til de her viste udførelsesformer.

10 JULI 2003

PATENTKRAV

Modtaget

1. Fremgangsmåde til transport og opbevaring af en vindmøllevinge (1), som omfatter
5 en vingerod (10) og en vingetip (4), og som i ubelastet tilstand krummer, så at vingen
(1) har en i det væsentlige konkav side (30) og en i det væsentlige konveks side (12),
og så at vingetippen (4) ligger i afstand fra vingerodens (10) langsgående midterakse
(28), **kendetegnet ved**, at vingen (1) ved hjælp af forspændingsmidler (2, 5, 6, 9, 13,
16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33) forspændes i afstand fra vingeroden (10), så at vinge-
10 tippen (4) bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28).
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved**, at vingen (1) forspændes så meget,
at vingetippens (4) afstand til vingerodens (10) langsgående midterakse (28) maksimalt
er to gange vingerodens (10) radius (32), mere hensigtsmæssigt maksimalt vingerodens
15 (10) radius (32).
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved**, at forspændingsmidlerne
omfatter en parallelt med vingen forløbende modpart (2, 33) og spændeorganer (5, 6),
ved hjælp af hvilke den i det væsentlige konkave side af vingen (1) spændes ind mod
20 modparten (2, 33).
4. Fremgangsmåde ifølge krav 3, **kendetegnet ved**, at modparten (2) er elastisk og
krum og placeres parallelt med vingen (1), så at den krummer i en retning modsat vin-
gen (1), idet modparten (2) og vingen (1) spændes ind mod hinanden ved hjælp af
25 spændeorganerne (5, 6).
5. Fremgangsmåde ifølge krav 3, **kendetegnet ved**, at modparten (33) er i det væsent-
lige retlinet og i det væsentlige stiv, og at vingen (1) spændes ind mod modparten (33)
ved hjælp af spændeorganerne (5, 6).

6. Fremgangsmåde ifølge et af kravene 3-5, **kendetegnet ved**, at modparten (2, 33) har anlægsorganer (3) med en overflade, der modsvarer vingens (1) overflade, så at denne ikke beskadiges.

5 7. Fremgangsmåde ifølge krav 4, **kendetegnet ved**, at den elastiske modpart udgøres af en anden krum vinge (1), der er endevendt i forhold til første vinge (1), idet de to vingers rodender (10) er fastholdt i hvert sin første ramme (25), og de to vingers tipper (4) er fastholdt i hver sin anden ramme (26), og hvor den første vinges (1) første ramme (25) og den anden vinges (1) anden ramme (26) fastgøres til hinanden, og den første
10 vinges (1) anden ramme (26) og den anden vinges (1) første ramme (25) efterfølgende spændes ind mod hinanden og fastgøres til hinanden.

8. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved**, at forspændingsmidlerne omfatter et tov (9), som fastspændes til vingen (1) et sted nær vingetippen (4), og som
15 placeres, så at det forløber langs den konvekse side (12) af vingen (1), idet tovet (9) spændes, så at vingetippen (4) bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28).

9. Fremgangsmåde ifølge krav 8, **kendetegnet ved**, at der nær vingetippen (4) fastgøres
20 et vingetipbeslag (16) til vingen, og som tovet (9) fastgøres til.

10. Fremgangsmåde ifølge krav 8 eller 9, **kendetegnet ved**, at der mellem vingetippen (4) og vingeroden (10) er fastgjort et tovestyrebese (13), som tovet (9) ligger an mod i afstand fra vingens (1) overflade, så at der virker en trykkraftkomponent vinkelret på
25 vingens (1) konvekse side (12).

11. Fremgangsmåde ifølge krav 9 og 10, **kendetegnet ved**, at vingetipbeslaget (16) og tovestyrebese (13) via hængsler (29) er indbyrdes forbundet med en afstandsbjælke (18), der sikrer en konstant afstand mellem vingetipbeslaget (16) og tovestyrebese (13).
30 (13).

12. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, **kendetegnet ved**, at vingen (1) anbringes med den i det væsentlige konkave side (30) nedad, så at i det mindste vingeroden (10) understøttes, idet forspændingsmidlerne udgøres af ballast-midler (21, 31), der er placeret på eller i vingen (1) i afstand fra vingeroden (10).

5

13. Fremgangsmåde ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at vingen (1) transporteres i forspændt tilstand vha. en lastvognstrækker (19) og en trailer eller semi-trailer (31), der eventuelt er udformet ud i et med en modpart, som vingen (1) er spændt ind mod.

10

14. Vindmøllevinge (1), som omfatter en vingerod (10) og en vingetip (4), og som krummer, så at vingen (1) i ubelastet tilstand har en i det væsentlige konkav side (30) og en i det væsentlige konveks (12) side, og så at vingetippen (4) ligger i afstand fra vingerodens (10) langsgående midterakse (28), **kendetegnet ved**, at vingen (1) i afstand fra vingeroden (10) er forsynet med indvendige ballasttanke (21), der er indrettet til at kunne blive påfyldt ballast, f.eks. vand eller risledygtigt materiale, så at vingetippen (4), når vingen (1) anbringes med den i det væsentlige konkave side (30) nedad og understøttes nær vingeroden (10) og evt. vingetippen (4), som følge af tyngdekraftens påvirkning af ballasten bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28).

20

15. Apparat til transport og opbevaring af vindmøllevinge (1), som omfatter en vingerod (10) og en vingetip (4), og som i ubelastet tilstand krummer, så at vingen (1) har en i det væsentlige konkav side (30) og en i det væsentlige konveks (12) side, og så at vingetippen (4) ligger i afstand fra vingerodens (10) langsgående midterakse (28), **kendetegnet ved**, at apparatet omfatter forspændingsmidler (2, 5, 6, 9, 13, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33) til at belaste vingen (1) i afstand fra vingeroden (10), så at vingetippen (4) bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28).

25

16. Apparat ifølge krav 15, **kendetegnet ved**, at forspændingsmidlerne omfatter en modpart (2, 33), som er indrettet til at blive placeret parallelt med vingen, og spænde-

30

organer (5, 6), ved hjælp af hvilke den i det væsentlige konvekse side af vingen (1) spændes ind mod modparten (2, 33).

17. Apparat ifølge krav 16, **kendetegnet ved**, at det omfatter et rodendebeslag (11),
5 som er således indrettet, at en vingerod (10) kan spændes fast til dette.

18. Apparat ifølge krav 16, **kendetegnet ved**, at modparten er udformet som en trailer eller en semitrailer (20), der er indrettet til at blive trukket af en lastvognstrækker (19).

10

for LM Glasfiber A/S

Chas. Hude A/S



10 JULI 2003

Modtaget

Transport og opbevaring af forkrumme vindmøllevinger

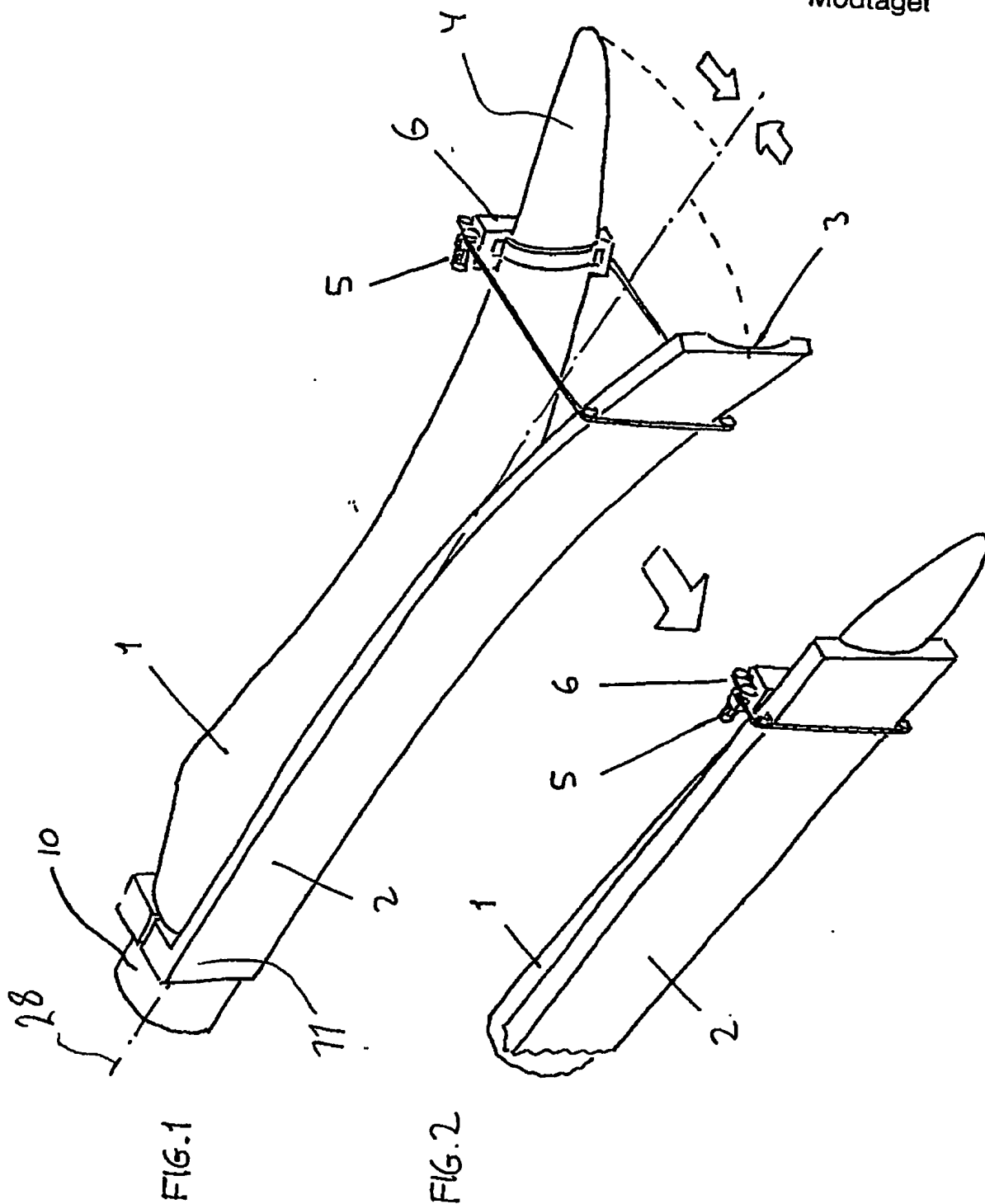
SAMMENDRAG

- 5 Fremgangsmåde til transport og opbevaring af en vindmøllevinge (1), som omfatter en vingerod (10) og en vingetip (4), og som i ubelastet tilstand krummer, så at vingen (1) har en i det væsentlige konkav side (30) og en i det væsentlige konveks side (12), og så at vingetippen (4) ligger i afstand fra vingerodens (10) langsgående midterakse (28). Ved fremgangsmåden forspændes vingen (1) ved hjælp af forspændingsmidler (2, 5, 6, 10 9, 13, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 33) i afstand fra vingeroden (10), så at vingetippen (4) bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28). Opfindelsen angår også en krum vinge (1), der i afstand fra vingeroden (10) er forsynet med indvendige ballasttanke (21), hvor vingen ved fyldning af disse forspændes, så at vingetippen (4) kan bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28). Opfindelsen angår 15 også et apparat, der omfatter forspændingsmidler til at belaste en forkrum vinge i afstand fra vingeroden (10), så at vingetippen (4) bringes nærmere vingerodens (10) langsgående midterakse (28).

Figur 8

10 JULI 1993

Modtaget



Patent- og
Varemærkestyrelsen

10 JULI 2003

Modtaget

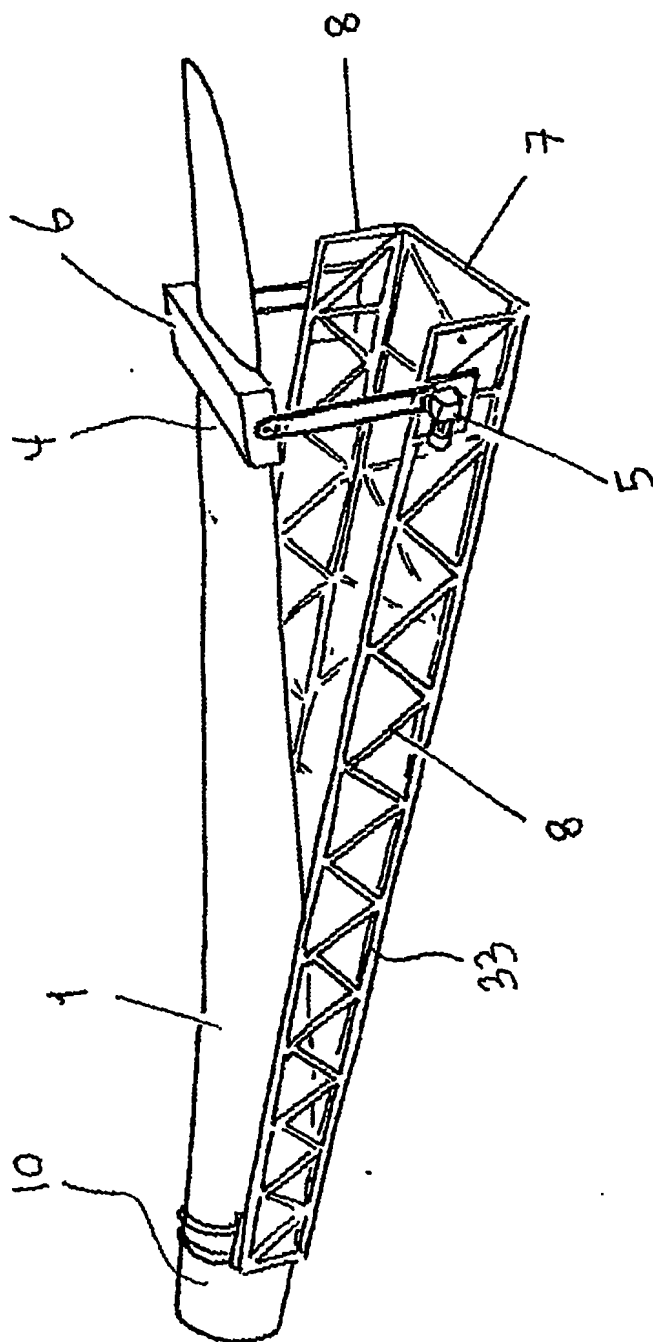


FIG. 3

10 JULI 2003

Modtaget

FIG. 4

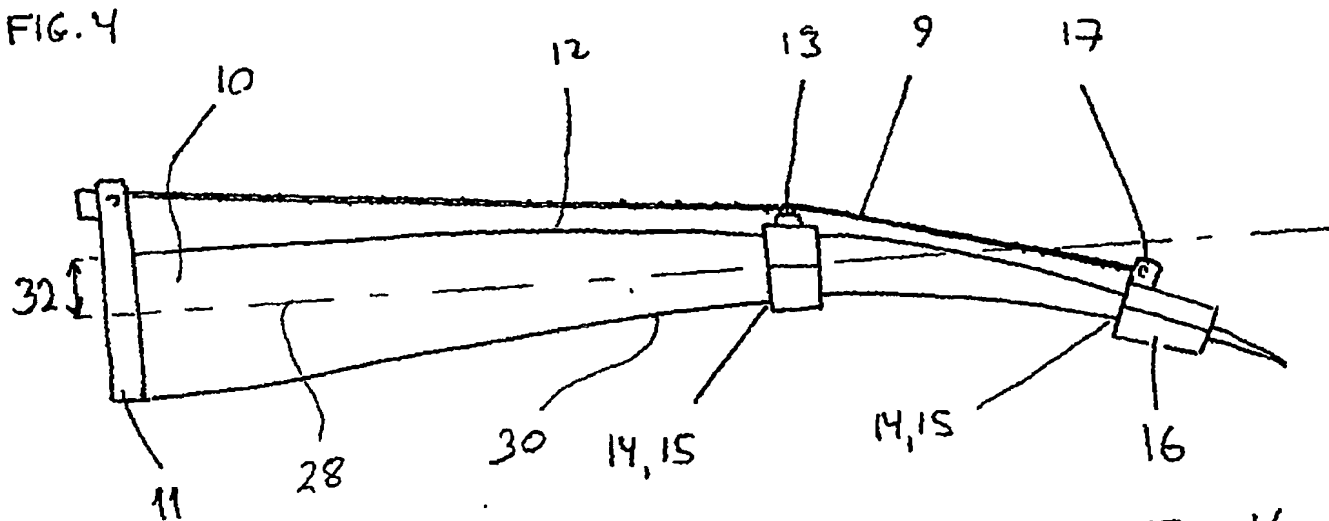


FIG. 5

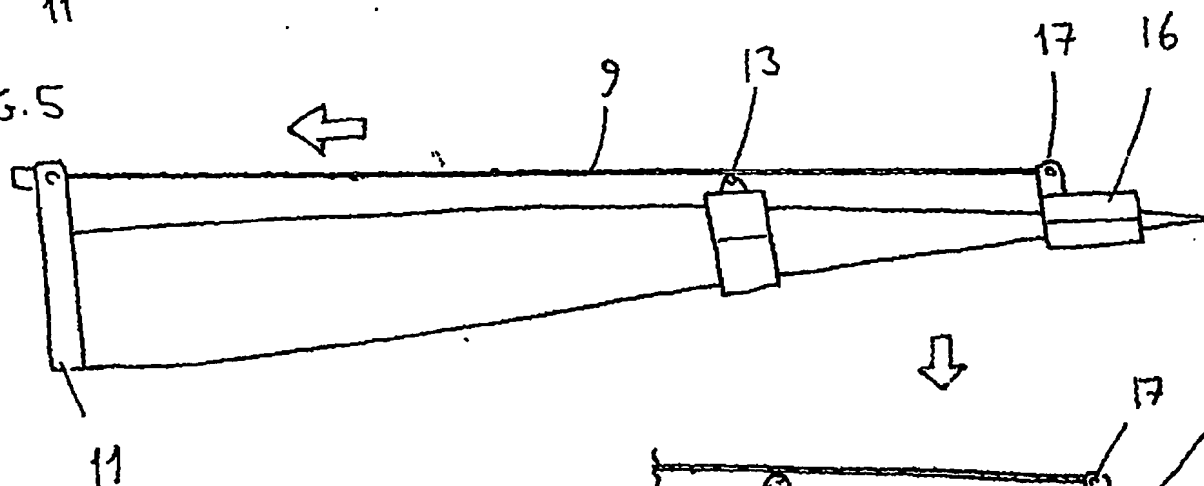


FIG. 6

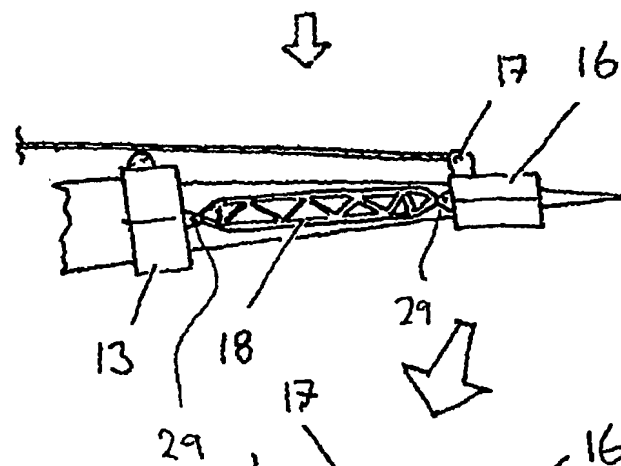
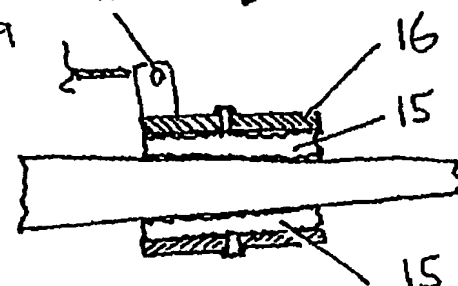
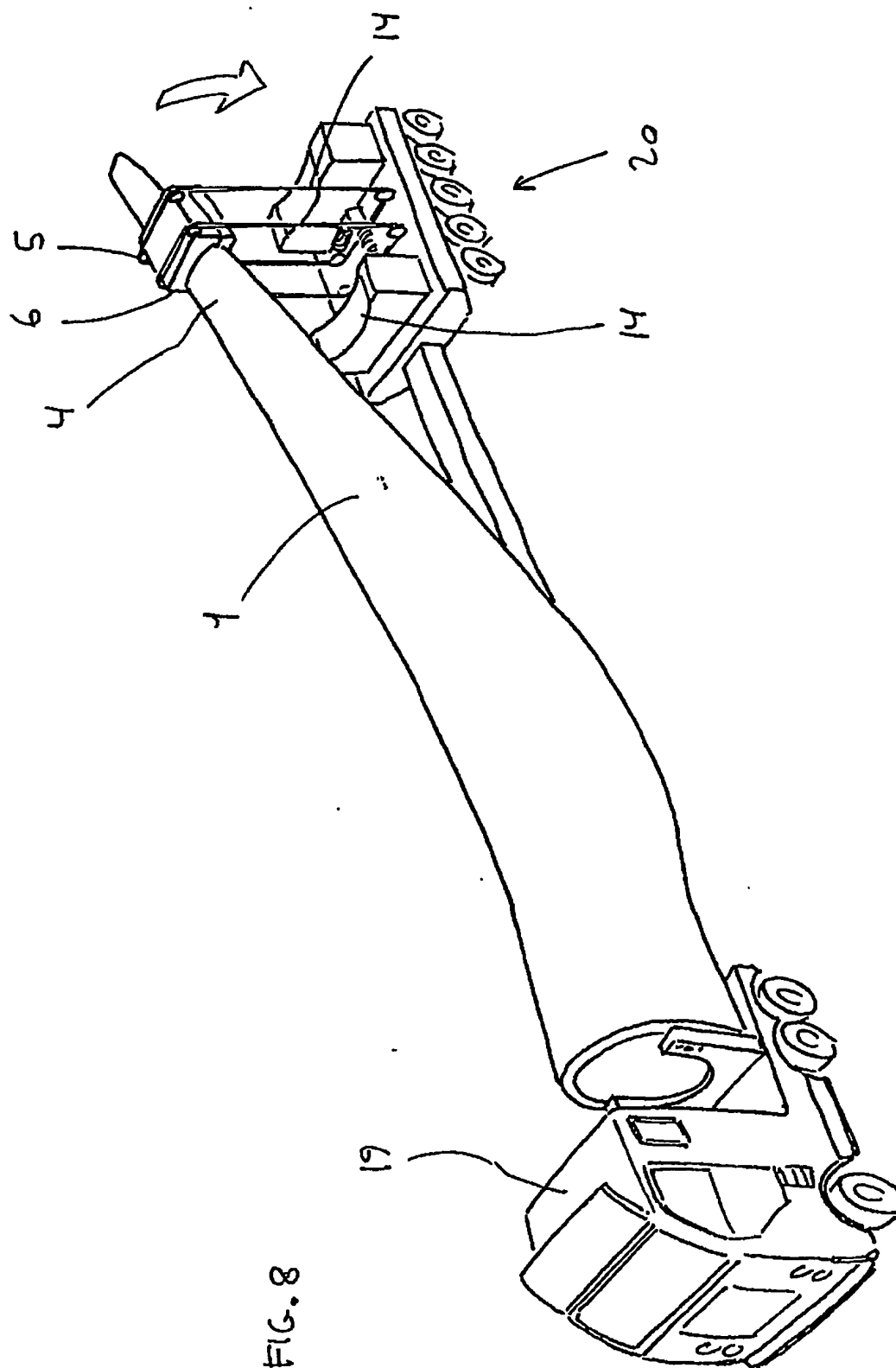


FIG. 7



10 JULI 2003

Modtaget



16 JULI 2003

Modtaget

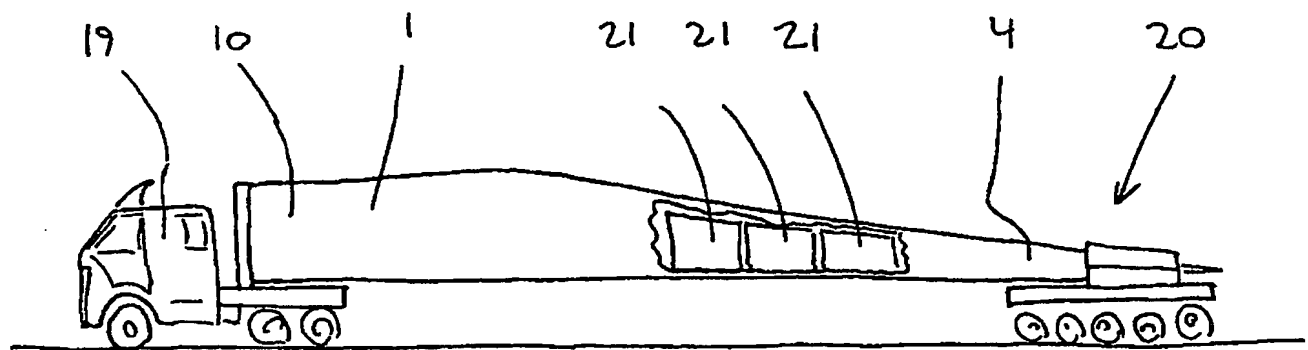
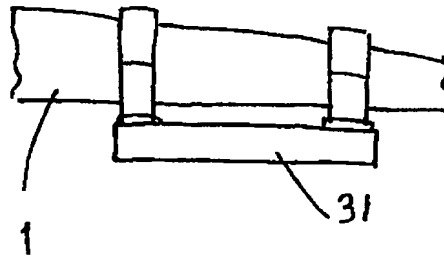


Fig. 9



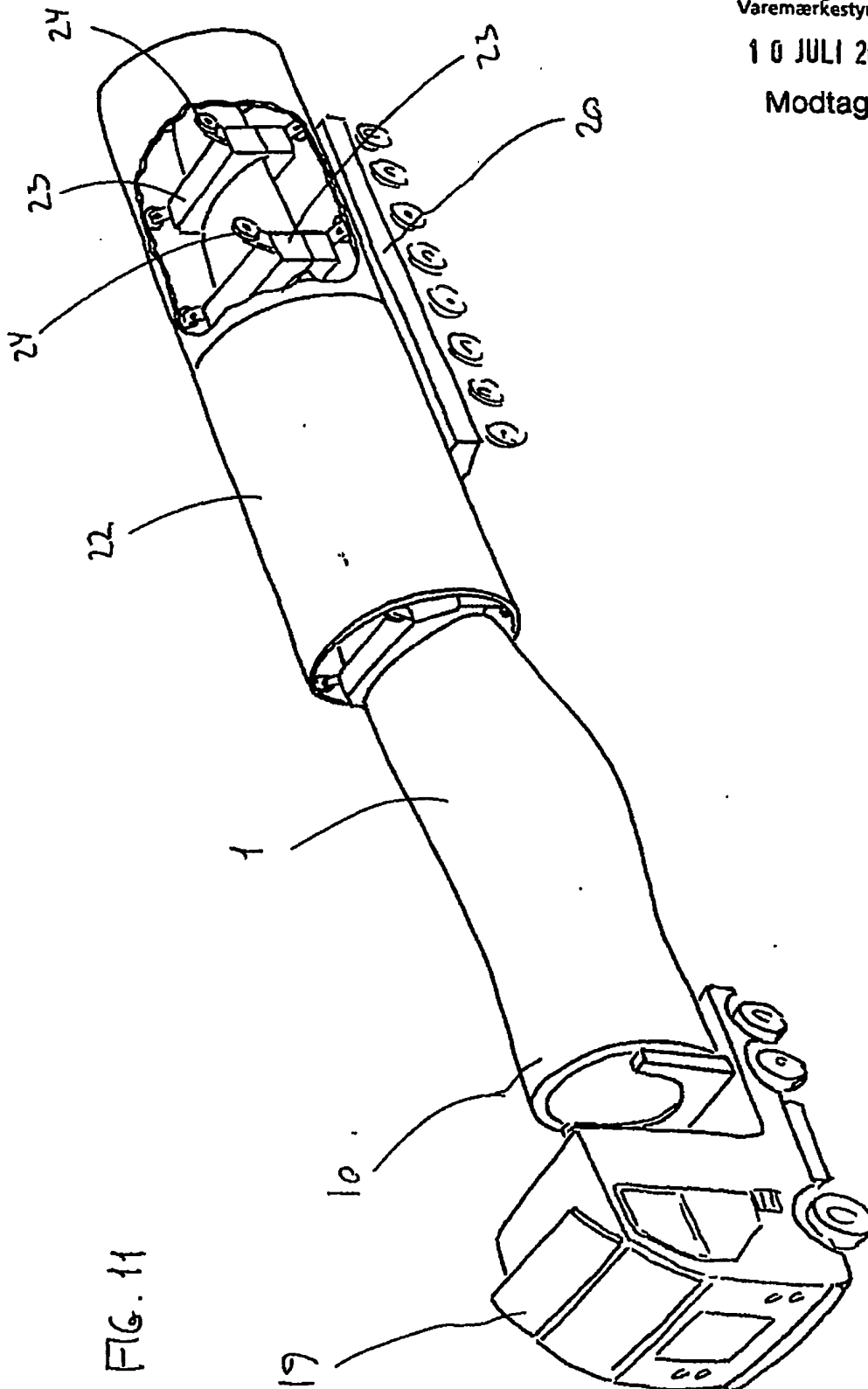
FIG. 10



Patent- og
Varemærkestyrelsen

10 JULI 2003

Modtaget



16 JULI 2003

Modtaget

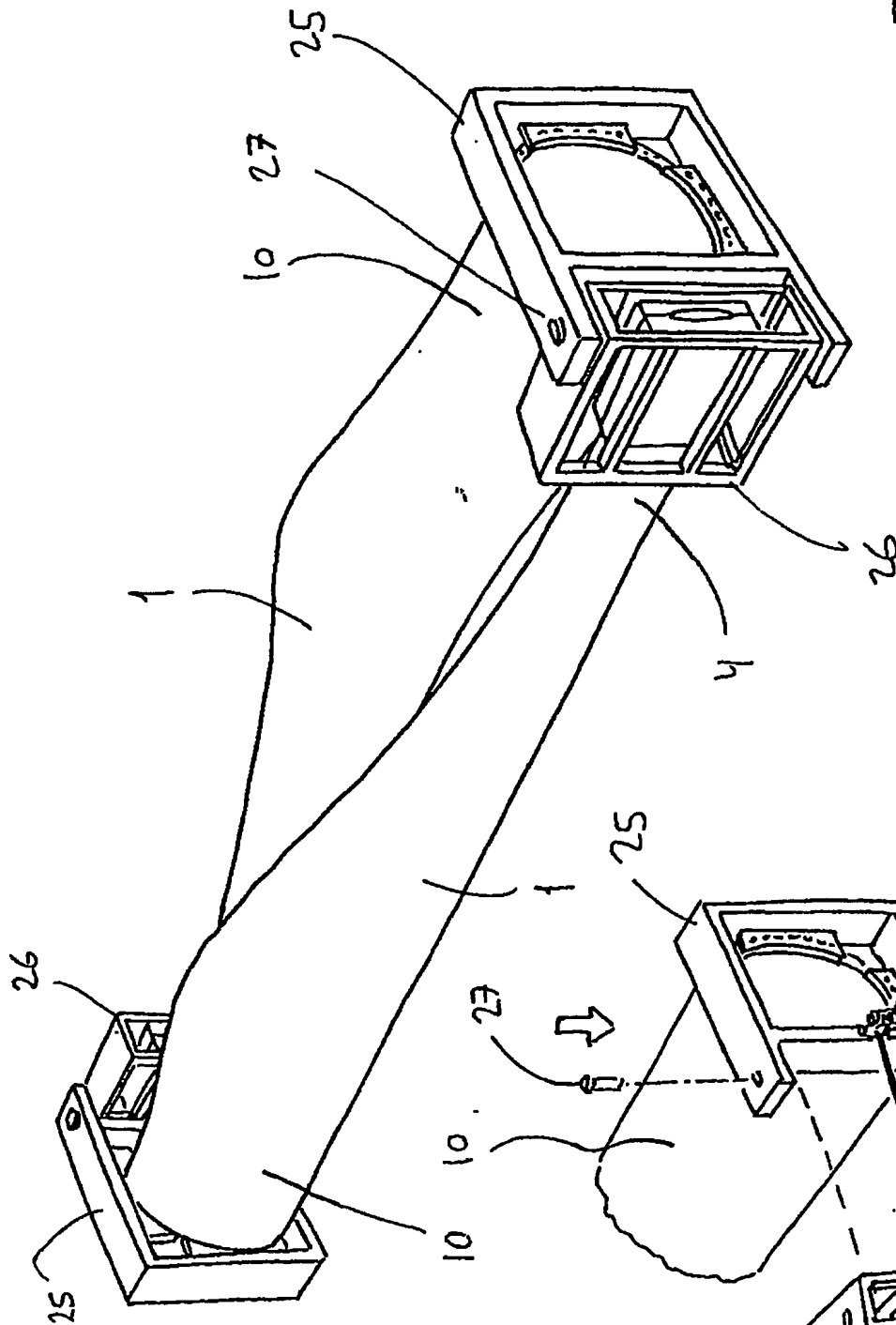


FIG. 12

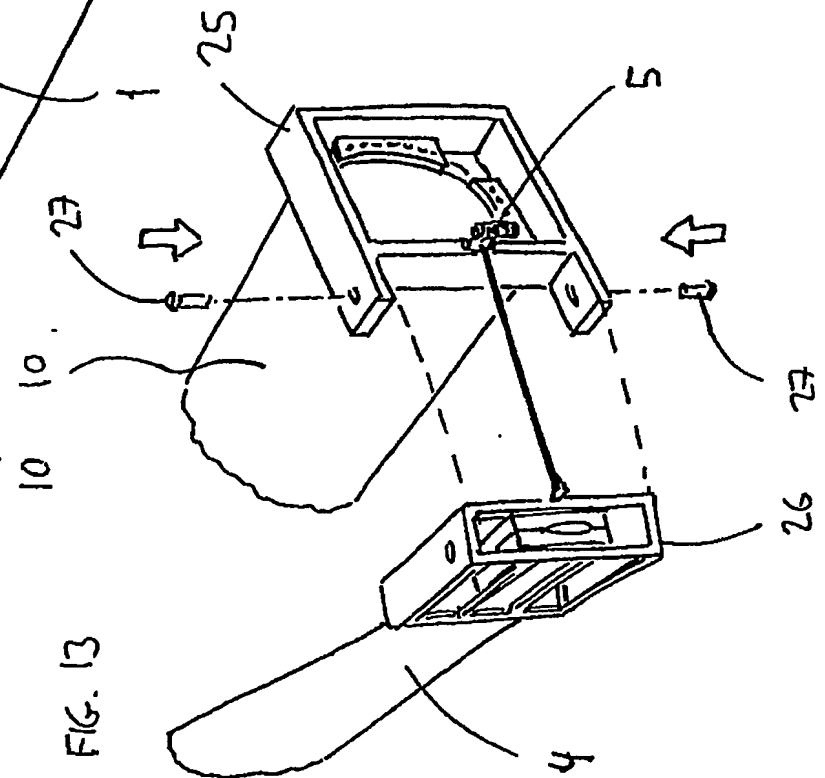


FIG. 13